

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

# PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 251 706 A1

4(51) A 61 M 16/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WPA 61 M / 293 085 2

(22) 30.07.86

(44) 25.11.87

(71) Ingenieurhochschule Dresden, Hans-Grundig-Straße 25, Dresden, 8019, DD

(72) Morgenstern, Ute, Dr.-Ing.; Böhme, Beate, Dipl.-Ing.; Woschek, Stefan, Dipl.-Ing.; Kaiser, Siegfried, Prof. Dr. sc. techn., DD

(54) Verfahren zur rechnergesteuerten Beatmungsüberwachung

(57) Das Verfahren zur rechnergestützten Beatmungsüberwachung wird in der Medizintechnik bei der maschinellen Beatmung von Patienten angewendet. Es hat das Ziel, nach Erfassung der geräteseitigen und patientenseitigen Parameter, bei der maschinellen Beatmung den Arzt in die Lage zu versetzen, bei Änderung der Parameter auf diese durch Änderung der Ventilatoreinstellung zu reagieren, ohne den Patienten zusätzlich zu belasten. Erfindungsgemäß werden dazu aus den Geräteparametern und Parametern der Geräteelemente Geräteteilmodelle gebildet und für den Patienten nach Identifikationsmerkmalen ein Patiententeilmodell definiert. Geräteteilmodelle und Patiententeilmodelle werden in einem rechentechnischen Teil des Beatmungsarbeitsplatzes gespeichert. Entsprechend der Art der Beatmungsaufgabe werden sie von dort abgerufen und zu einem Gesamtmodell zusammengesetzt. Ändern sich während der Beatmung Parameter, so werden durch Simulation des Patienten-Geräte-Systems am Gesamtmodell notwendige Änderungen der Ventilatoreinstellung ermittelt, ohne den Patienten zu belasten oder zu schädigen.

ISSN 0433-6461

3 Seiten

#### Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur rechnergestützten Beatmungsüberwachung, **gekennzeichnet dadurch**, daß am Beatmungsarbeitsplatz verschiedene an sich bekannte Patiententeilmodelle und Geräteteilmodelle zur Verfügung stehen, welche, entsprechend dem aktuellen Zustand des Patienten und der notwendigen Gesamtstruktur jeweils zu einem Gesamtmodell zusammengesetzt werden und danach die Simulation des Verhaltens des Gesamtmodells nach gespeicherten Algorithmen durchgeführt wird.
2. Verfahren zur rechnergestützten Beatmungsüberwachung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Modellstrukturen für die Geräteseite aus der Anordnung dieser Geräte in Verbindung zum Patienten ergeben und die Modellstrukturen für die Patientenseite entsprechend der geforderten Genauigkeit und speziellen Untersuchungsaufgaben nach bestimmten gespeicherten Kriterien ausgewählt werden.
3. Verfahren zur rechnergestützten Beatmungsüberwachung nach Punkt 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Modellparameter für die Geräteseite aus den vorgegebenen Parametern der Geräteteile zusammengestellt und für die Patientenseite nach abgespeicherten Identifikationsalgorithmen entsprechend den gewählten Strukturen aus den Meßgrößen bestimmt werden.

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Planung und Kontrolle der maschinellen Beatmung von Patienten.

#### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, mit Hilfe gespeicherter Programme die Antwort zu simulieren, die man bei Änderung der aktuellen Parameter der maschinellen Beatmung in den klinischen Variablen des Patienten erhalten würde/1/. Bei einem bekannten Gerät wird diese Antwort mit Hilfe der beiden Parameter R und C simuliert. Der Einfluß der bei der Beatmung an den Patienten angekoppelten Geräte wird dabei vernachlässigt. Die Simulation bleibt auf einem im Programm auf Grund bestimmter Patientenparameter festgelegten Algorithmus beschränkt, so daß die für eine situationsangepaßte Beachtung notwendige Genauigkeit und Differenzierbarkeit nicht erreicht wird. Außerdem lassen sich verfahrensbedingt die für die Parameterbestimmung verwendeten Meßkurven nicht reproduzieren/2/.

/1/ OS DE 31 33697

A: 61 M/0/6/000

/2/ Caruros Metalicos

Pulmosystem S/11

Firmenschrift

Caruros Metalicos, Medical Division, Barcelona

#### Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, die Simulationsgenauigkeit zu erhöhen und dem Arzt dadurch die Möglichkeit zu geben, den Einfluß der Änderung von Ventilatoreinstellungen am Modell zu untersuchen, Meßgrößen synchron mit Patientengrößen, die meßtechnisch nicht erfaßbar sind, darzustellen, sowie Einflußuntersuchungen getrennt für Geräte- und Patientenseite durchzuführen. Die Wahl einer günstigen Beatmungsform wird unterstützt und eine individuellere Betreuung des Patienten während der Beatmung mit nur einer Grundeinstellung des Beatmungsgerätes ermöglicht.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Dem Verfahren zur rechnergestützten Beatmungsüberwachung liegt die Aufgabe zugrunde, sowohl den Einfluß der zur Beatmung verwendeten Geräte als auch die Patientenparameter in die Bestimmung des zu verwendenden Beatmungsmodells einzubeziehen und durch Simulation am Modell ohne Patientenbelastung eine Aussage über die Wirkung von Beatmungsparameteränderungen zu erhalten. Damit erhöhen sich Sicherheit und Effektivität des Beatmungsprozesses. Erfindungsgemäß ergibt sich die Struktur des auf den Patienten und die Geräteanordnung zugeschnittenen spezifischen Modells aus bekannten Patienten- und Geräteteilmodellen, die in einem, an sich bekannten rechentechnischen Teil des Beatmungsarbeitsplatzes gespeichert werden.

Vom Gerätebediener werden die Teilmodelle aus dem gespeicherten Vorrat gewählt und zum Gesamtmodell zusammengesetzt. Dabei wird das Geräteteilmodell aus Elementen für einzelne Geräte bzw. Baugruppen nach der Anordnung der am Patienten angewandten Geräte und deren Verbindungen, die vom Anwender vorgegeben werden, zusammengestellt. Das Patiententeilmodell wird nach den Kriterien der geforderten Simulationsgenauigkeit und der speziellen Untersuchungsaufgabe ausgewählt.

Die Modellparameter der Elemente des Geräteteils werden nach Eingabe der Gerätemodellstruktur aus dem Speicher abgerufen. Die Parameter des Modells des respiratorischen Systems des Patienten werden nach abgespeicherten Identifikationsalgorithmen, die der jeweiligen gewählten Struktur des Patientenmodells zugeordnet sind, anhand der während der Beatmung im System gemessenen Größen berechnet.

Aus der Modellstruktur des Gesamtsystems und den ermittelten Werten der Modellparameter besteht das Simulationsmodell: Eine vorgesehene Änderung der Beatmungsparameter am Ventilator kann nun während der Beatmung des Patienten vorerst am Modell überprüft werden. Durch Simulation des Verhaltens des Patienten-Geräte-Systems am Modell kann somit eine für den Patienten günstige Beatmungsform gefunden werden, ohne den Patienten durch unangepaßte Beatmung zu belasten oder zu schädigen.

Durch Simulation der Änderung der Beatmungsparameter oder der Geräteanordnung am Modell können verschiedene Einflüsse und deren Wirkungen auf das respiratorische System des Patienten simuliert werden und somit können gegebenenfalls schädigende Einflüsse bei der Beatmung ausgeschlossen werden.

#### **Ausführungsbeispiel**

Ein zu beatmender Patient wird vorerst mit einer vom Arzt gewählten Grundeinstellung eines Beatmungsgerätes versorgt, um den lebensnotwendigen Gasaustausch zu gewährleisten. Um eine für den Patienten günstige Ventilatoreinstellung zu finden und die Reaktion des Systems Patient-Geräte vorher zu bestimmen, wird an einem auf die spezielle Patienten-Geräte-Anordnung zugeschnittenen Modell der Mechanik und der Gasdynamik des respiratorischen Systems und der Geräte eine Simulation durchgeführt.

Dazu wird das Simulationsmodell aus einem Geräteteilmodell und einem Patiententeilmodell gebildet. Die Struktur des Geräteteilmodells wird nach der Geräteanordnung, die am Patienten zum Einsatz kommt, zusammengestellt. In den Modellelementen z. B. Resistance, Compliance, nichtlineare Elemente werden die Geräte z. B. Ventilator, Faltenschläuche, Ventile, Tuben abgebildet. Die Parameter der Modellelemente für die gewählte Geräteanordnung, die der Literatur entnommen bzw. ausgemessen wurden, sind abgespeichert. Die Struktur des Patientenmodells wählt der Arzt aus einem gespeicherten Vorrat an bekannten Modellen der Ventilationsmechanik. Die Werte der Modellparameter werden aus den während der Beatmung gemessenen Größen Druck und Flow nach einem Identifikationsalgorithmus ermittelt. Dieser Algorithmus ist der gewählten Modellstruktur zugeordnet, beispielsweise Ermittlung der z-Übertragungsfunktion aus den diskret abgetasteten Ein- und Ausgangssignalen des Systems. Mit Hilfe der Simulation kann nun das mechanisch/gasdynamische Verhalten des Systems am Modell nachgebildet werden.

Eine durch die Simulation gefundene, spezielle, günstige Beatmungsform kann nun, nach Erprobung ohne Patientenbelastung, am Patienten angewandt werden, wobei die Beschränkung des Modells auf Mechanik und Gasdynamik zu beachten ist.

## Method for computer-controlled respiration monitoring

The method for computer-controlled respiration monitoring is used within the medical technique of machine-aided respiration of patients. Its aim is to enable the doctor to react  
5 to a change in the parameters when they occur by means of registration of device and patient parameters in connection with machine-aided respiration, and then change the ventilator settings without an increase of stress for the patient.

In this invention, a device part model is formed from the device parameters and the device element parameters and a patient part model is defined for the patients from identification  
10 characteristics. The device part models and the patient part models are saved in the computer technical part of the respiration workstation. Depending on the kind of the respiration task, they are retrieved therefrom and combined to a complete model. If the parameters change during respiration, the necessary changes of the complete model are determined by means of the simulation of the patient-device system without harming or  
15 stressing the patients.